

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-203631

(43)Date of publication of application : 05.08.1997

(51)Int.Cl. G01C 3/06
G01B 11/00

(21)Application number : 08-011088

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.01.1996

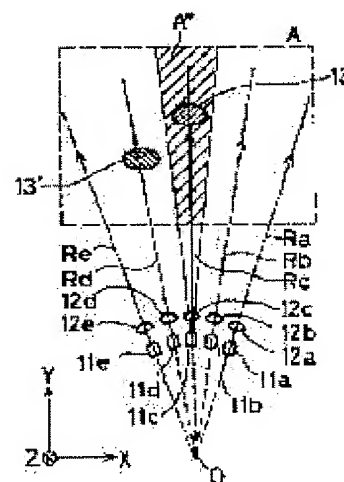
(72)Inventor : TAKAOKA TAKASHI
KAWANISHI SHINYA

(54) DISTANCE-MEASURING SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correctly measure a distance in a wide range by arranging a plurality of light-emitting elements so that the elements can individually emit a radiation light to an object to be measured at an optional position in a predetermined area and also arranging one semiconductor position-detecting element (PSD) at a position so that the element detecting a reflecting light of the radiation light can output a distance signal.

SOLUTION: A plurality of light-emitting elements 11a-11e are arranged to measure a distance to an object 13 to be measured which is located within a two-dimensional plane in a predetermined area A. The elements are arranged within the two-dimensional plane so as to individually emit respective radiation lights Ra-Re to the object 13 at an optional position of the area A. The object 13 is present at a position on an optical axis of an optional positional area A'', namely, on an optical axis of the radiation light Rc from the light-emitting element 11c. A reflecting light based on the radiation light Rc from the object 13 is the radiation light from the elements 11a-11e, which is condensed by a photodetecting lens and guided onto a PSD.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3265449

[Date of registration] 11.01.2002

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-203631

(43) 公開日 平成9年(1997)8月5日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 3/06			G 0 1 C 3/06	A
G 0 1 B 11/00			G 0 1 B 11/00	B

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-11088

(22) 出願日 平成8年(1996)1月25日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 高岡 隆志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 川西 信也

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

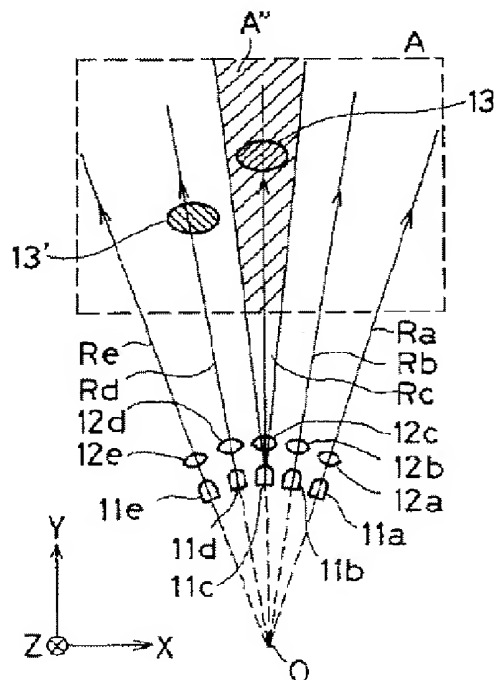
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 測距センサ

(57) 【要約】

【課題】 測距を正確に広範囲に行えるようにする。

【解決手段】 所定範囲Aの2次元平面内に位置する測距対象物13に対して測距を行うためにその2次元平面内においてそれぞれからの放射光R a ~ R e が所定範囲Aの任意の位置にある測距対象物13に向けて個別に放射光を発することができるように発光素子11 a ~ 11 e の複数個が配置され、各発光素子11 a ~ 11 e それぞれからの放射光R a ~ R e による測距対象物13での反射光R c ' を受光レンズ14を通して受光して測距信号が出力できる位置に単一のPSD15が配置されて構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光素子からの放射光を測距対象物に投光し、この投光で前記測距対象物で反射される反射光を半導体位置検出素子で受光し、この受光によって該半導体位置検出素子上に形成される光スポットの位置から前記測距対象物の位置を検出する三角測距方式の測距センサにおいて、

所定範囲の2次元平面内に位置する測距対象物に対して少なくとも測距を行うために、前記2次元平面内においてそれぞれからの放射光が前記所定範囲の任意の位置にある測距対象物に向けて個別に放射光を発することができるよう発光素子の複数個が配置され、前記各発光素子それぞれからの放射光による前記測距対象物での反射光を受光して測距信号が出力できる位置に単一の半導体位置検出素子が配置されていることを特徴とする測距センサ、

【請求項2】 前記各発光素子それぞれは所定タイミングで個別に駆動され、前記半導体位置検出素子は、そのタイミングに対応した測距信号を出力することを特徴とする請求項1記載の測距センサ。

【請求項3】 前記半導体位置検出素子の前方に前記反射光を前記半導体位置検出素子上に集光させる単一または複数個の受光レンズが配置され、前記受光レンズは、前記2次元平面上で前記半導体位置検出素子に対して任意の入射角度を有する反射光に対して当該半導体位置検出素子上に合焦させることを特徴とする請求項1または2記載の測距センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、測距センサに関し、特に測距対象物が発光素子から投光される2次元平面内のどの位置にあっても測距対象物の距離を検出することができ、かつ測距対象物の方向性を投光方向範囲という形で検出することができる測距センサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の測距センサについて図11を参照して説明する。まず、図11において、従来の測距センサにおいては発光素子1からの放射光を投光レンズ2によって絞りをかけてから測距対象物3に向けて投光し、その投光による測距対象物3上からの乱反射光を受光レンズ4によって半導体位置検出素子（Position Sensitive Photodetector: 以下、PSDという）5に対し集光することにより、測距センサから測距対象物3までの距離Lを検出測定することができる。この距離Lの測定原理は三角測距方式のもので周知であるから、ここでは簡単に説明すると、発光素子1からの放射光が投光レンズ2で集光されて測距対象物3上に投光されるとともに、測距対象物3で反射されて受光レンズ4で集光されると、PSD5上に光スポットが形成される。そして、この光スポットのPSD5上での位置は、上記距離Lに

応じて変化するわけである。PSD5においては光スポットの位置に対応した信号電流を出力することから、この信号電流を検出することで距離Lが測距できることになる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記図11のように構成された従来の測距センサにおいては、上記測定原理に従って測距対象物3が放射光の光軸上に配置されていないのでは測距対象物3に対して放射光を投光できないから、測距対象物3は放射光の光軸上に必ず配置されることが測距の前提となり、そのため、X-Y直交2次元平面内において測距対象物3が検出を必要とする範囲A内において任意の位置にある場合には例えば測距対象物3が符号で3'の位置にあるときは放射光の光軸上に測距対象物が存在していないことから測距ができないという課題がある。

【0004】そこで、例えば広範囲に位置する測距対象物の測距を可能とするため図12で示すように発光素子1からの放射光に対して図11のように投光レンズで絞りをかけることなく放射光を広い範囲6で投光させ、例えば測距対象物が符号で8の位置にあるときは投光範囲6内の放射光7を測距対象物8に投光して反射させ受光レンズ4によってPSD5に集光させて測距することになるが、周知の三角測距法の原理からPSD5出力は測距対象物が符号で8の位置にあるときの距離L1ではなく、そのPSD5と測距対象物8とを結ぶ延長線上後方の仮想の位置9のときの出力となり測定される距離はL2となってしまい、正確に測距することができないという課題がある。

【0005】また、図13で示すように測距範囲Aをカバーできるように複数個の測距センサ10を投光範囲6'に投光されるように放射線状に配置した場合では、測距対象物8が範囲A内のどの位置に配置されていても複数個配置された測距センサ10のうちのどれかが投光する放射光路上にあることとなるから、それら複数個の測距センサ10のうち、測距対象物8が配置されている方向に投光された特定の測距センサ10'によって測距対象物8までの距離Lを検出することができ、かつ測距センサ10'が配置されている傾きθの方向における測距センサ10'の投光範囲A'内に測距対象物8が有ることもわかるから、測距センサ10'の投光範囲A'の方向性と距離とを検出できることになるが、このような測距では複数個の測距センサを配置する必要があるため価格面で高くつき、そのうえ、複数個の測距センサによって検出が必要とされる範囲をカバーできるように配置することは設置のための広いスペースが必要となって測距センサを装備するシステムの形状の拡大になるという課題がある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、発光素子から

の放射光を測距対象物に投光し、この投光で前記測距対象物で反射される反射光を半導体位置検出素子で受光し、この受光によって該半導体位置検出素子上に形成される光スポットの位置から前記測距対象物の位置を検出する三角測距方式の測距センサにおいて、所定範囲の2次元平面内に位置する測距対象物に対して少なくとも測距を行うために、前記2次元平面内においてそれぞれからの放射光が前記所定範囲の任意の位置にある測距対象物に向けて個別に放射光を発することができるように発光素子の複数個が配置され、前記各発光素子それぞれからの放射光による前記測距対象物での反射光を受光して測距信号が出力できる位置に単一の半導体位置検出素子が配置されていることを特徴とする構成を有することによって上述した課題を解決している。

【0007】好ましくは前記各発光素子それぞれは所定タイミングで個別に駆動され、前記半導体位置検出素子は、そのタイミングに対応した測距信号を出力するようにしてもよい。

【0008】さらに好ましくは前記半導体位置検出素子の前方に前記反射光を前記半導体位置検出素子上に集光させる単一または複数個の受光レンズが配置され、前記受光レンズは、前記2次元平面上で前記半導体位置検出素子に対して任意の入射角度を有する反射光に対して当該半導体位置検出素子上に合焦させるようにしてもよい。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態に係る測距センサについて図面を参照して詳細に説明する。図1は直交二次元X-Y平面で示される本実施の形態に係る測距センサの平面図であり、図2は直交二次元Y-Z平面で示されるその測距センサの平面図である。これらの図に示される測距センサは、X-Y平面内を中心点Oから等半径距離の円弧上に沿って放射状にそれぞれが互いに配置された複数個、本実施の形態では5個の発光素子11a~11e（図2ではこの符号は11で代表的に示されている。）を有している。このような配置によってそれぞれの発光素子11a~11eからは放射状に放射光Ra~Re（図2ではこの符号は代表的にRで示されている。）が個別に出力されることになる。これら各放射光Ra~Reそれぞれに絞りをかけるためにそれぞれの発光素子11a~11eの前方には個別に対応して前記中心点Oから等半径距離の円弧上に沿って投光レンズ12a~12e（図2ではこの符号は12で代表的に示されている。）が配置されている。このような発光素子11a~11eと投光レンズ12a~12eとの配置関係によって本実施形態の測距センサで距離が検出されるべき測距対象物13の検出範囲が破線Aで囲まれて示されている。そして、各発光素子11a~11eそれぞれからの放射光Ra~Reがこの範囲Aをすべてカバーできるようにするため各発光素子11a~11eは前記

円弧上に沿って互いに等間隔で設置されている。なお、図1において発光素子11cからの投光レンズ12cを通した後の放射光Rcのみが該放射光Rcの光軸を中心として広がった状態で示され、かつ、その広がり範囲A'内がハッチングで図示されているとともにそのハッチング内に測距対象物13が位置している状態が示されている。また、符号13'で示されるハッチング部分は現在の測距対象物13が発光素子11dからの放射光Rdの放射範囲内にまで移動した場合の位置を示している。

【0010】測距対象物13が上記範囲A内でハッチングで図示されている任意の位置範囲A'の光軸上つまり発光素子11cからの放射光Rcの光軸上に位置していて、この測距対象物13からのその放射光Rcに基づく反射光Rc'（図2では放射光は符号Rで代表的に示されているが、これは各発光素子11a~11eからの放射光であり、そのうち、放射光Rcのみが反射されるので反射光については放射光Rcによる反射光Rc'となっている。）は受光レンズ14で集光されてPSD15上に導かれ、このPSD15ではその反射光Rc'による光スポットが形成されることになる。PSD15では発光素子11cからの放射光に基づいて形成されるその光スポットの形成位置に対応して測距信号を出力することになるが、この場合、上記光スポットが、発光素子11a~11eそれぞれから放射される各放射光Ra~Reそれぞれの出力タイミングからいずれの発光素子11a~11eからの放射光Ra~Reに基づいて形成される光スポットであるかが図3および図4を参照して後述する内容から知られているから、三角測距法の原理から測距対象物13までの距離Lを検出できる。したがって、測距対象物13が上記範囲Aのいずれに位置しても、それぞれの発光素子11a~11eそれぞれから放射光Ra~Reが投光され、それによる測距対象物13からの反射光によらずPSD15上にはそれに対応した光スポットが形成されることから、PSD15の個数は1個であるが、上記広い範囲Aにある測距対象物13に対して該測距対象物13までの距離の検出ができるのである。また、この範囲A内にある測距対象物13に対して各発光素子11a~11eそれぞれから放射光Ra~Reを投光し、その反射光がPSD15上で入射されるから、測距対象物13がこの範囲A内のどの位置にあるかを判断できる。また、そのうえ、後述するように発光素子11a~11eが順番に放射光Ra~Reを投光するように放射光出力タイミングがとられているから、まず、発光素子11aからその駆動を開始し発光素子11eの駆動で1巡目の駆動が終了し、この段階で測距対象物が符号で13の位置にあるときは発光素子11cの放射光Rcによって検出でき、その駆動の2巡目では測距対象物が13'の位置にあるときは発光素子11dの放射光Rdによって検出できることになるから、測距対象

物までの距離および測距対象物が上記範囲Aに位置していることが判明するのみならず、測距対象物の移動方向つまり13の位置から13'の位置へと移動する方向も判明することになる。このように測距対象物の移動方向に応じたセンサを使用する機器においてはその制御の応用範囲が拡大可能となる。

【0011】次に前述した発光素子11a~11eそれぞれの放射光出力のタイミングと、そのタイミングをとるためのこれら発光素子11a~11eを駆動する駆動回路について図3および図4を参照して説明する。図3a~eに示されるローレベルはアクティブレベルであり、それぞれ各発光素子11a~11eを駆動する時分割な駆動パルス11a'~11e'を示しており、これら駆動パルスによって各発光素子11a~11eは駆動されて放射光Ra~Reをそれぞれ出力する。そして、図3fはPSD15の測距信号Voを示している。図3fで測距信号16は発光素子11aの放射光RaによるPSD15への反射光によるものであり、測距信号17は発光素子11bの放射光RbによるPSD15への反射光によるものであり、測距信号18は発光素子11cの放射光RcによるPSD15への反射光によるものである。このようにして各発光素子11a~11eそれぞれの放射光Ra~ReによるPSD15からの測距信号は時分割で出力されることになる。図4では、機器制御部40から前記駆動パルス11a'~11e'が出力され、これら駆動パルス11a'~11e'はそれぞれ測距センサ41に与えられる。測距センサ41は、前記駆動パルス11a'~11e'それぞれが入力される駆動回路42と、前記発光素子11a~11eと、投光レンズ12a~12eと、受光レンズ14と、PSD15と、PSD15からの測距信号Voを処理する信号処理回路43とを有している。機器制御部40は、図3a~eで示されるタイミングで駆動パルス11a'~11e'を出力し、駆動回路42はこれら駆動パルスの入力に応答して各発光素子11a~11eを順次に発光駆動する。このようにして図1および図2で示されている測距対象物13が例えば発光素子11cの光軸上に位置していれば、その発光素子11cからの放射光Rcに基づいて得られるPSD15の測距信号18は、その測距対象物13までの距離Lを示しているの、この距離Lのデータと、予め設計値で設定されている発光素子11cから放射光Rcの投光方向の範囲とに基づいて測距対象物13の方向性も同時に分かることになる。

【0012】次に、図1で示される広範囲AのX-Y2次元平面内に位置している測距対象物13の方向性と距離とを1個のPSD15でもって検出するために、図5で示すようなX、YおよびZの3次元平面内に光学レンズ19(受光レンズ14に対応)とPSD20(PSD15に対応)とを配置させる関係が考えられる。光学レンズ19とPSD20との位置関係において、図5aは

Z-X平面からみた位置関係を示してPSD20のY軸上方において該PSD20のZ軸長手方向と光学レンズ19のX軸長手方向とが直交して配置される位置関係になっている。図5bはX-Y平面からみた位置関係を示しており、図5cはY-Z平面からみた位置関係を示している。この位置関係から明らかなように、PSD20に測距対象物13から反射されて入射されてくる反射光については光学レンズ19によってZ軸方向の絞りをかけることで、PSD20上で形成される反射光による光スポットのZ軸方向の線幅が細くできるようにして光スポットのPSD20上での位置精度を上げているが、X軸方向については光学レンズ19で絞りをかけないような位置関係になっている。

【0013】このような位置関係において、図6aで示すようなX-Y直交2次元平面でPSD20に対しY軸方向に平行に測距対象物からの反射光21が光学レンズ19を通して入射してくると、その反射光21の焦点距離21fはPSD20上に設定されているから、その反射光21はPSD20を含む平面上に結像する。この結像を図6bで符号23で左上がりハッチングで示している。図6bで示される結像23はPSD20を横断してX軸方向に延びており、そのうち、PSD20上の結像部分が光スポットとなる。この場合、光学レンズ19で反射光21はZ方向で絞りをかけられて集光しているため、光スポットのPSD20上での線幅は細くなっている。

【0014】しかし、ここで問題となるのが、放射線状に投光され測距対象物で反射されPSD20上に入射されてくる反射光にはY軸に対して入射角度 θ がついている場合があり、例えば図6aにおいて反射光21に比べて角度 θ で入射してくる反射光22については光学レンズ19の絞り面からPSD20までの距離は22fとなり、これは反射光21による焦点距離21fと比較して21f<22fの関係となってしまう。この場合の光学レンズ19の焦点距離は設計上から焦点距離21fのみであるため、入射光22はPSD20よりもY軸上方の位置で合焦して集光されてしまうからPSD20上では焦点が合わず広がってしまい、図6bで示すように、反射光22による右上がりハッチングで示されている結像24となる。この結像24の場合は合焦していないため結像23に比較してZ軸方向の線幅が太いから、PSD20上での光スポットのZ方向の線幅が太くなり測距誤差を生じやすくなってしまう。

【0015】そこで、このような問題を解決するため図7で示すような断面形状が半円弧状をなすトロイダル型光学レンズ25を用いることが本実施の形態において提案される。図7aは図6aに、図7bは図6bに、図7cは図6cにそれぞれ対応した光学レンズ25とPSD20との位置関係である。ここで、この光学レンズ25については図7bのA-A'線断面とB-B'線断面と

が同形状であることが図7dで示されている。このような構造の光学レンズ25を用いた場合には、図6aに対応する図8aで示すように、PSD20に対してY軸方向に平行に入射する反射光26に対しても、PSD20に対してY軸方向に角度 θ をつけて入射する反射光27に対しても、それぞれの反射光26、27はいずれもその焦点距離26f、27fがPSD20上で合焦する26f=27fとなるように構成されている。

【0016】このような光学レンズ25を用いた場合には、図6bに対応する図8bで示されるように反射光26による結像24も、反射光27による結像29もZ軸方向に線幅が細いものとなり、したがって、PSD25上でのそれら反射光26、27による光スポットも線幅が細いものとなり、測距精度が大幅に向上することになる。

【0017】また、図7においてはトロイダル光学レンズ25を用いたが、図9で示すようなXおよびZ方向にいずれも絞りをかける複数の、本実施の形態では5個の球体レンズ30を図8の光学レンズ25の円弧面に対応して互いに等間隔に配置することで、球体レンズ30それぞれの焦点距離は同一のfであるから、それぞれの球体レンズ30を通した反射光はPSD20上に合焦して集光され、測距精度を向上させることができる。

【0018】上記した本実施の形態に係る測距センサの外形について図10を参照して説明する。この測距センサは、下部側が前方に突出した突出部を有しこの突出部前面が段付きの弧状面となり、各面に投光レンズ12a~12eが配備され、その各投光レンズ12a~12eの内部に図にあらわれない発光素子11a~11eが配備され、上部側前面に受光レンズ14が配備され、その受光レンズ14に対応する内部に図にあらわれないPSD20が配備された形状になっている。

【0019】なお、本発明においては発光素子11a~11eは中心点Oから同一半径距離の円弧上に配置されたが、広範囲Aを個別にカバーできればよく、必ずしも同一半径距離上に配置される必要はなく、それぞれの放射光Ra~Reの放射方向に向けて配置されるとよい。

【0020】なお、本発明においては発光素子11a~11eは互いに等間隔であったが、必ずしも等間隔である必要はなく、例えば中央から左右に配置される発光素子にかけて互いの間隔が狭くなるようにしたり広くなるようにしてもよい。

【0021】なお、本発明においては投光レンズ12a~12eは必ずしも必須のものではなく、放射光Ra~Reが放射されれば投光レンズを省略してもよい。

【0022】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、発光素子からの放射光を測距対象物に投光し、この投光で測距対象物で反射される反射光をPSDで受光し、この受光によってPSD上に形成される光スポットの位置から測距

対象物の位置を検出する三角測距方式の測距センサにおいて、所定範囲の2次元平面内に位置する測距対象物に対して少なくとも測距を行うためにその2次元平面内においてそれぞれからの放射光が前記所定範囲の任意の位置にある測距対象物に向けて個別に放射光を発することができるように発光素子の複数個が配置され、各発光素子それぞれからの放射光による測距対象物での反射光を受光して測距信号が出力できる位置に単一のPSDが配置されて構成されているから、前記所定範囲内のいずれの位置の測距対象物についても正確に測距できる。

【0023】また、各発光素子それぞれが所定タイミングで個別に駆動され、PSDはそのタイミングに対応した測距信号を出力する場合では、それら測距信号から測距対象物の移動の方向などを検出できる。

【0024】さらにまた、PSDの前方に前記反射光をPSD上に集光させる受光レンズが配置され、その受光レンズが2次元平面内上でPSDに対して任意の入射角度で入射する反射光に対してPSD上で合焦させる場合では、どの入射角度の反射光に基づくPSD上の光スポットについてもその線幅を細くすることができるから、PSD上での光スポットの位置精度が高められ、測距精度を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る測距センサのX-Y平面からみた構成を示す図である。

【図2】前記測距センサのY-Z平面からみた構成を示す図である。

【図3】前記測距センサの発光素子の複数個を駆動する駆動パルスを示す図である。

【図4】図3の駆動パルスの処理のための回路とPSDの測距信号の処理のための回路を示す回路図である。

【図5】受光レンズである光学レンズとPSDとの位置関係を示す図であり、(a)はZ-Y平面からみた位置関係を示し、(b)はY-X平面からみた位置関係を示し、(c)はY-Z平面からみた位置関係を示している。

【図6】図5の光学レンズを通しての放射光の入射角度とその放射光によるPSD上での光スポットの形成の説明に供する図であり、(a)はY-X平面での光学レンズとPSDとの位置関係を示し、(b)はZ-X平面での受光レンズとPSDとの位置関係を示している。

【図7】他の受光レンズである光学レンズとPSDとの位置関係を示す図であり、(a)はZ-Y平面からみた位置関係を示し、(b)はY-X平面からみた位置関係を示し、(c)はY-Z平面からみた位置関係を示し、(d)は(a)のA-A'線とB-B'線に沿う光学レンズの断面図を示している。

【図8】図7の光学レンズを通しての放射光の入射角度とその放射光によるPSD上での光スポットの形成の説明に供する図であり、(a)はY-X平面での光学レン

10

20

30

40

50

ズとPSDとの位置関係を示し、(b)はZ-X平面での受光レンズとPSDとの位置関係を示している。

【図9】光学レンズの他の変形例を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態に係る測距センサの外観を示す図である。

【図11】従来の測距センサの構成を示す図である。

【図12】他の従来の測距センサの構成を示す図である。

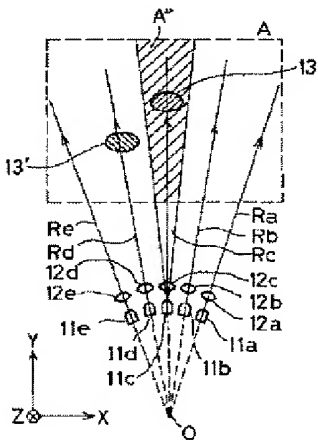
【図13】さらに他の従来の測距センサの構成を示す図

である。

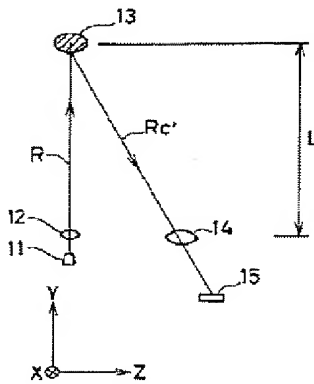
【符号の説明】

11a~11e 光学素子
12a~12e 投光レンズ
13, 13' 測距対象物
14 受光レンズ
15 半導体位置検出素子 (PSD)
Ra~Re 放射光
Rc' 反射光

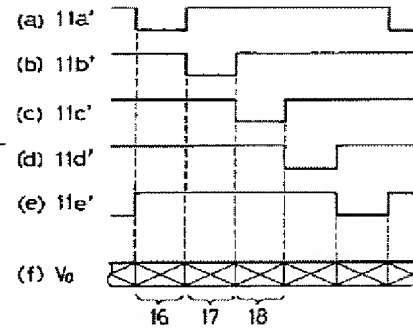
【図1】



【図2】

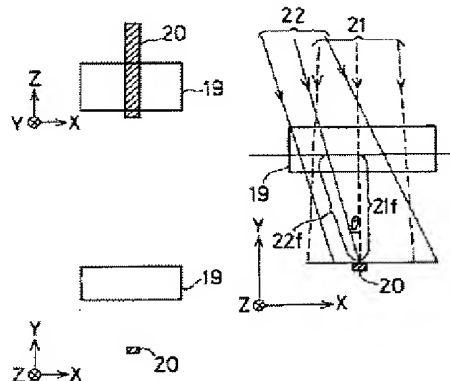


【図3】



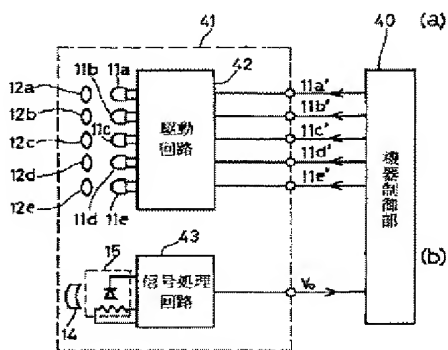
【図6】

【図5】

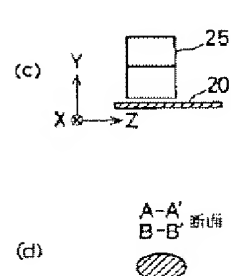
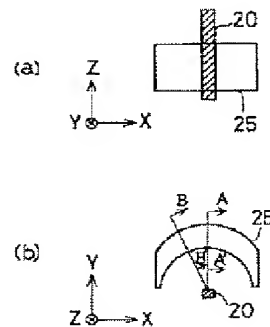
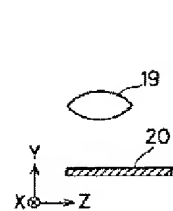


【図7】

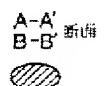
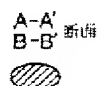
【図4】



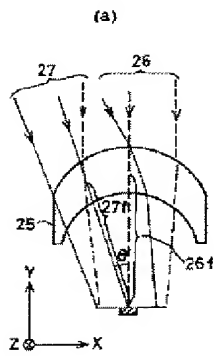
(c)



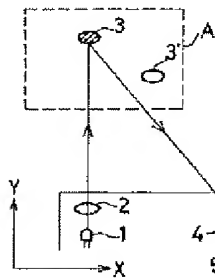
(d)



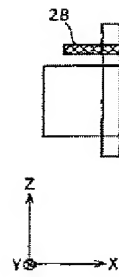
【図8】



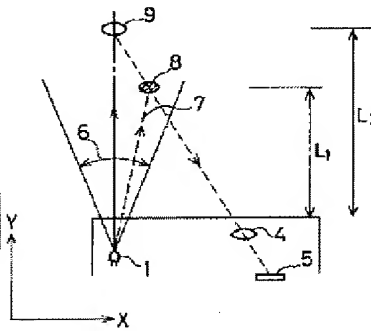
【図11】



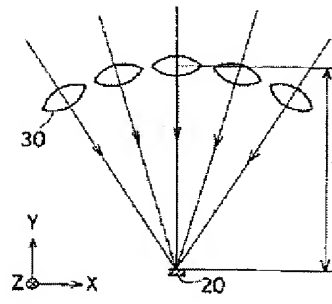
(b)



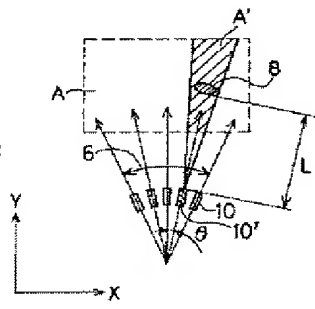
【図12】



【図9】



【図13】



【図10】

